Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume II (XI), № 4 (90)

MATHÉMATIQUES

SUR LES SÉRIES ASYMPTOTIQUES DE DIRICHLET

Par G. SIRVINT

(Présenté par S. N. Bernstein, de l'Académie, le 29. III. 1936)

Nous dirons que $f(x)$ admet pour $x \to \infty$ suivant la ligne L le développement asymptotique

$$f(x) \sim \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^{-\lambda_n} \tag{1}$$

λ_n $(n = 0, 1, \ldots)$ formant une suite croissante de nombres réels, si l'on a les relations:

$$\lim_{\substack{x\to\infty \\ \text{suivant L}}} \left[x^{\lambda_n} \left(f(x) - \sum_{\nu=0}^{n} a_\nu x^{-\lambda_\nu} \right) \right] = 0. \quad n = 0, 1, \ldots \tag{2}$$

D'une manière analogue on peut définir le développement asymptotique de la fonction pour $x \to 0$.

Nous dirons que la fonction admet pour $x \to \infty$ dans le domaine infini D le développement asymptotique uniforme (1), si la relation (2), n étant fixé arbitrairement, a lieu, quelle que soit la ligne L située dans D, et uniformément par rapport à arg x.

Dans ce qui suit, nous supposons de plus $\lambda_0 = 0$, $\lim_{n\to\infty} \lambda_n = \infty$.

Il est connu [1] que si la fonction $f(x)$ est régulière dans le demi-plan $Rx > \gamma \geqslant 0$, Rx désignant la partie réelle de x, et y admet pour $x \to \infty$ le développement uniforme (1), cette fonction peut être représentée sous la forme:

$$f(x) = x \int_0^{\infty} e^{-xz} F(z)\, dz, \qquad (Rx > \gamma) \tag{3}$$

où

$$F(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{l-i\infty}^{l+i\infty} e^{xz} \frac{f(x)}{x}\, dx. \qquad (l > \gamma) \tag{4}$$

Nous dirons que $F(z)$ est la fonction déterminante de $f(x)$. Cette fonction $F(z)$ est indéfiniment dérivable pour $z > 0$ et l'on a:

$$F(z) \sim \sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n}{\Gamma(\lambda_n + 1)} z^{\lambda_n}$$

pour $z \to 0$ suivant les valeurs positives.

Considérons la classe A de fonctions $f(x)$, jouissants de propriétés, que voici:

1°. Il existe un nombre $\gamma_0 \geqslant 0$ tel, que $f(x)$ est régulière dans le demi-plan $Rx > \gamma_0$ (le domaine W_{γ_0}).

2°. $f(x)$ admet pour $x \to \infty$ dans le domaine W_{γ_0} le développement (1) et ce développement est uniforme dans chaque domaine W_γ avec $\gamma > \gamma_0$.

3°. Posons

$$f(x) = \sum_{\nu=0}^{n-1} a_\nu x^{-\lambda_\nu} + R_n(x).$$

Il existe pour $f(x)$ un nombre $\rho_0 \geqslant 0$ tel, qu'en fixant arbitrairement $\rho > \rho_0$ et $\gamma > \gamma_0$ on a un nombre $n_{\rho,\gamma}$ tel que

$$|x^{\lambda_n} R_n(x)| \leqslant \lambda_{n-1}^{\lambda_n} e^{-\lambda_n} \rho^{\lambda_n}$$

pour $n \geqslant n_{\rho,\gamma}$ et $x \in W_\gamma$.

4°. Le rayon $\varkappa_0$ de la convergence absolue de la série

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n}{\Gamma(\lambda_n + 1)} z^{\lambda_n}$$

est positif.

On reconnaît dans la définition précédente une généralisation de la notion de la classe (k) de fonctions, considérée antérieurement par M. F. Nevanlinna (2).

En se servant d'un théorème de M. T. Carleman (3) on vérifie immédiatement que la classe A jouit de la propriété fondamentale suivante:

Chaque fonction de la classe A est complètement déterminée par son développement asymptotique.

Il s'agit maintenant d'étudier les propriétés de la classe B de fonctions déterminantes de fonctions de la classe A.

Afin d'y parvenir, supposons z situé sur la surface riemannienne du log z et désignons:

le domaine $|z| < r$, $|\arg z| < \infty$ par $H(r)$,

le domaine $Rz \geqslant 0$ $|Iz| < h$ $|\arg z| \leqslant \frac{\pi}{2}$ par $P(h)$.

En utilisant les propriétés 1°—4° de la fonction $f(x)$, on déduit de la formule (4), que

1° La fonction $F(z)$ de la classe B est régulière dans le domaine $(H\varkappa_0) + P(\mu)$, μ étant égal a min $(\varkappa_0, \rho_0^{-1})$.

Dans le domaine $H(\varkappa_0)$ $F(z)$ est représentée par la série

$$F(z) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{a_n}{\Gamma(\lambda_n + 1)} z^{\lambda_n} \tag{5}$$

absolument convergente.

Fixons un $\rho > \mu^{-1}$ et tâchons d'obtenir, au lieu de la formule classique (4) une formule plus précise qui effectue le prolongement analytique de $F(z)$ dans la raie $P(\rho^{-1})$. Introduisons dans ce but la fonction $R(x)$ au moyen de relations

$$R(x) = R_n(x) \text{ quand } \begin{cases} Rx > \gamma_0 \\ \rho\lambda_{n-1} \leqslant |Ix| < \rho\lambda_n. \end{cases}$$

Fixons $\gamma > \gamma_0$ et choisissons pour chaque n un nombre $\gamma_n > \gamma$. Posons:

$$F(z) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{a_\nu}{\Gamma(\lambda_\nu + 1)} z^{\lambda_\nu} + \Phi_n(z).$$

Une déformation convenable du chemin d'intégration dans (4) nous fournira maintenant la formule recherchée, valable pour tout $z \in P(\rho^{-1})$:

$$\Phi_n(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma_n - i\rho\lambda_n}^{\gamma_n + i\rho\lambda_n} e^{xz} \frac{R_n(x)}{x} dx + \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma_n - i\infty}^{\gamma_n - i\rho\lambda_n} + \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma_n + i\rho\lambda_n}^{\gamma_n + i\infty} e^{xz} \frac{R(x)}{x} dx +$$
$$+ \sum_{\nu=n}^{\infty} \frac{a_\nu}{2\pi i} \left[\int_{-\infty - i\rho\lambda_\nu}^{\gamma_n - i\rho\lambda_\nu} + \int_{\gamma_n + i\rho\lambda_\nu}^{-\infty + i\rho\lambda_\nu} e^{xz} x^{-\lambda_\nu - 1} dx \right].$$

En évaluant $|\Phi_n(z)|$ on déduit de cette formule que

2[1] dans la raie $P(h)$ avec $h < \mu$ la fonction $F(z)$ de la classe B satisfait à l'inégalité:

$$|F(z)| < C(h, \gamma) e^{\gamma Rz},$$

où γ est arbitraire $> \gamma_0$ et $C(h, \gamma)$ est une constante qui dépend uniquement de valeurs de h et de γ.

L'appréciation de $|\Phi_n(z)|$ permet, en outre, d'établir que quel que soit $z \in P(\mu)$ on a

$$|\Phi_n(z)| < \frac{1}{2} \left(\frac{\lambda_{n-1}}{\lambda_n} \rho \frac{Rz}{1 - \rho |Iz|} \right)^{\lambda_n} + \varepsilon_n(|Iz|, \rho)$$

où

$$\lim_{n \to \infty} \varepsilon_n(|Iz|, \rho) = 0$$

pour $\rho > \mu^{-1}$ et suffisamment approché de μ^{-1} et à partir d'un n assez grand.

L'inégalaté (7) a une forme qui est commode pour juger plus précisement sur la nature de la série de Dirichlet (5). Supposons supplémentairement qu'il existe une suite partielle des λ_n, à savoir λ_{n_k}, telle que l'on a:

$$\lim_{k \to \infty} \frac{\lambda_{n_k - 1}}{\lambda_{n_k}} = \delta < 1,$$

et admettons, pour abréger, $\lambda_{n_0} = \lambda_0 = 0$.

Fixons maintenant un z dans le domaine

$$Rz \geqslant 0; \quad \delta Rz + |Iz| < \mu; \quad |\arg z| \leqslant \frac{\pi}{2}. \tag{8}$$

Il est évident, qu'en prenant ρ assez approché de μ^{-1}, nous recevrons, par l'emploi de l'inégalité (7)

$$\lim_{k \to \infty} \Phi_{n_k}(z) = 0.$$

Cela signifie que le développement

$$F(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{a_{n_k}}{\Gamma(\lambda_{n_k} + 1)} z^{\lambda_{n_k}} + \ldots + \right.$$
$$\left. + \frac{a_{n_{k+1}-1}}{\Gamma(\lambda_{n_{k+1}-1} + 1)} z^{\lambda_{n_{k+1}-1}} \right) \tag{9}$$

a lieu non seulement dans le domaine $H(\varkappa_0)$, mais, en outre, dans le domaine (8), dans lequel a lieu l'ultraconvergence de la série (5) au sens de M. Ostrowsky. Pour le cas $\delta = 0$, le domaine (8) coïncide avec $P(\mu)$ et par conséquent, la série (9) converge dans tout le domaine $H(\varkappa_0) + P(\mu)$.

En terminant, remarquons que toutes les propriétés énoncées de la fonction déterminante $F(z)$ découlent avec nécessité de ce que $F(z)$ appartient à la classe B. Il est légitime de poser la question: lesquels de ces propriétés de $F(z)$ sont suffisantes pour que $F(z)$ appartient à la classe B.

Comme une réponse incomplète à cette question, on peut affirmer la proposition suivante:

Pour que $f(x)$ jouisse des propriétés 1°, 2° il est suffisant que sa fonction déterminante $F(z)$ possède les propriétés 1^1, 2^1.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] Pincherle, Ann. Ec. Norm., 22, 31 (1905). [2] F. Nevanlinna, Acad. Abh., Helsingfors, 1918, S. 13. [3] T. Carleman, Les fonctions quasi-analytiques, Paris, 1926.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume II (XI) № 4 (90)

PHYSIQUE

EXAMEN DE L' EXTINCTION DE LA LUMINESCENCE DE SUBSTANCES PHOSPHORESCENTES ACTIVÉES PAR DES ACTIVATEURS ORGANIQUES

Par L. VINOKUROV et V. LEVŠIN

(Présenté par S. I. Wawilow, de l'Académie, le 20. III. 1936)

Au nombre des substances phosphorescentes les plus lumineuses se trouvent les phosphores* boriqes découverts par Tiede (1), ainsi que ceux de sulfate d'aluminium récemment décrits par Travniček (2).

L'extinction de la liminescence des substances phosphorescentes boriques a été étudiés par R. Tomaschek (3), qui a trouvé pour les phosphores activés au moyen du phénanthrène une loi de décroissence complexe exprimable par la somme de quatre fonctions exponentielles.

La loi de décroissance met en relief pour une part considérable le mécanisme de la luminescence; c'est pourquoi nous avons cru intéressant d'étudier de façon plus détaillée l'extinction pour les dits phosphores et d'établir si, en l'occasion, le processus d'excitation est accompagné d'un détachement complet de l'électron, comme cela a lieu pour les substances phosphorescentes minérales activées par des métaux lourds, ou bien si l'excitation se réduit en ce cas à un déplacement de l'electron à l'intérieur de la molécule de l'activateur.

On s'est servi pour les expériences d'acide borique et de $Al_2(SO_4)_3 + 18H_2O$. Le premier a été chauffé jusqu'à 170°, le second-jusqu'à 135°. Les activateurs employés étaient: l'uranine, l'éosine, l'érythrosine, l'esculine et l'acide naphtionique. Les expériences ont été exécutées dans differentes parties du spectre de luminescence, á différents degrés d'intensité de la lumière excitatrice et pour différents degrés de concentration de l'activateur.

Les résultats obtenus se présentent comme il suit:

1. La loi d'excitation pour les phosphores boriques, de même que pour les phosphores préparés avec $Al_2(SO_4)_3 + 18H_2O$, s'est trouvée être strictement exponentielle. Dans tout l'intervalle de décroissance observé, embrassant un rapport des intensités de plus du centuple, la marche du processus trouvait une expression fort exacte dans la formule:

$$I = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

*) Nous employons, pour abréger, le term de phosphore au lieu de substance phosphorescente.

2. La décroissance se produit également pour les deux parties terminales $\lambda = 460—495$ mμ et $\lambda = 550—620$ mμ du spectre de luminecsence très étendu des phosphores boriques d'uranine; on faisait ressortir les deux région extrêmes du spectre par des filtres correspondants.

3. Lorsque la concentration de l'activateur est très grande, la luminescence devient visiblement plus faible et l'état excité est de plus courte durée. Il se produit en même temps un changement dans la composition spectral de l'émission vers les plus grandes longeurs d'onde.

Les résultats ci-dessus résumés sont illustrés par les données de la table 1.

Table 1

	$\lambda = 460 - 495$ mμ				$\lambda = 550 - 620$ mμ			
	C g/g	τ_b sec	I_{ob}	$L_b = \tau I_o$	τ_r sec	I_{or}	$L_r = \tau I_o$	$I_{or} : I_{ob}$
Uranine dans l'acide borique	10^{-4}	0.99	1.10	1.09	1.00	0.61	0.61	0.55
	$3 \cdot 10^{-4}$	0.90	1.00	0.90	0.97	1.00	0.97	1.00
	$6 \cdot 10^{-4}$	0.88	0.95	0.84	0.95	0.86	0.82	0.91
	$3 \cdot 10^{-3}$	0.50	0.18	0.09	0.66	0.61	0.40	3.4
Uranine dans $Al_2(SO_4)_3 + 18\ H_2O$	$1.2 \cdot 10^{-4}$	0.61	—	—	0.63	—	—	—

Ici I_0 signifie l'intensité initiale de la luminescence à la cessation de l'excitation obtenue par extrapolation rectiligne d'après l'équation:

$$\ln I = \ln I_0 - \frac{t}{\tau}.$$

L—les sommes de lumière, c'est-à-dire quantité totale d'énergie lumineuse émise par les matières phosphorescentes dans l'intervalle spectral donné. Les valeurs de L et I_0 sont relatives, les unités pour I_{ob} et I_{or} sont différentes.

4. Outre la phosphorescence les phosphores boriques et les phosphores d'aluminium donnent une fluorescence dont le spectre est assez semblable au spectre de la phosphorescence. Pour des grandes concentrations de l'activateur il se produit un changement simultané dans les intensités de la fluorescence et de la phosphorescence. Dans la table 2 est donné le rapport des rendements de fluorescence et de phosphorescence $I_f : I_{ph}$ du phosphore uraninoborique par différentes concentrations de l'activateur.

Table 2

C g/g	10^{-4}	$3 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-3}$	Moyenne
$\lambda = 460 — 495$ mμ	2.6	3.3	2.7	3.0	2.9
$\lambda = 550 — 620$ mμ	3.2	2.5	3.0	3.2	3.0

5. Dans le cas des phosphores boriques activés par différents activateurs on a pu observer que les préparations obtenues, disposées d'après le rendement de luminescence, se succèdent à peu près dans le même ordre qu'en cas de dissolution des activateurs correspondants dans des liquides (H_2O). La table 3 contient des données confirmant cette proposition.

Table 3

Activateurs	τ	I_0	$L = I_0 \tau$
Uranine	1.10	1.00	1.00
Éosine	0.84	0.07	0.06
Érythrosine	0.55	~0.02	~0.01
Esculine	0.85	0.16	0.13
Acide naphtionique	1.50	~0.02	~0.03

Toutes les propriétés signalées ci-dessus de la luminescence des phosphores boriques et des phosphores à base de $Al_2(SO_4)_3$ sont extrêmement semblables à celles de la luminescence des solutions solides, notamment des phosphores de sucre candi activés par des matières colorantes dont l'extinction conforme aussi à la loi exponentielle et présentant à peu près le même ordre de grandeur pour la durée a été étudiée récemment par S. Wawilow de l'Académie des Science de l'URRS et par A. Šišlovskij.

D'autre part, les propriétés des phosphores borique activés par des matières colorantes de par le caractère de la loi de décroissance tant que de par la durée de celle-ci, se distinguent nettement de celles des substances phosphorescentes activées par des métaux lourds.

Ainsi, le mécanisme de la luminescence des phosphores boriques est, selon toute vraisemblance, pareil à celui de la luminescence des solutions solides, se trouvant caracterisé rien que par des regroupement dans la molécule de l'activateur et non pas par un détachement complet des électrons du centre de luminescence.

A mesure que la concentration de l'activateur dans les phosphores boriques augmente, le rendement de la phosphorescence diminue à vue d'œil. La nature de cette extinction peut être diverse. D'une part, on peut l'attribuer à l'influence des molécules voisines de l'activateur sur le centre excité, grâce à laquelle une partie des centres excités passent a l'état normal sans émission; d'autre part, la baisse de l'émission peut être influencer à cause de très grandes concentrations de l'activateur par la formation dans le phosphore de centres capables d'absorption, mais non d'émission. Un calcul fait par les auteurs a montré que dans la première conception du processus l'intensité initiale de la phosphorescence doit ou bien ne subir aucun changement (pour une excitation momentanée et une absorption complète de la lumière incidente) ou bien un changement relativement insignifiant (pour une excitation prolongée) plus lent que le changement de τ. L'expérience a mis en évidence une réduction considérable de l'intensité initiale de la luminescence, c'est pourquoi la première interpétation ne saurait donner une représentation du processus d'extinction.

A nous en tenir exclusivement à la seconde interprétation, la diminution de τ avec les concentrations croissantes serait à considérer comme un effet

indépendant de l'extinction: comme une diminution de la stabilité des centres excités, causée par le jeu des influences réciproques s'exerçant entre molécules excitées et non excitées de l'activateur.

Institut de Physique
de l'Académie des Sciences de l'URSS
Moscou

Manuscrit reçu
le 20. III. 1936

LITTÉRATURE CITÉE

[1] E. Tiede, Ber. deutsch. chem. Ges., **53**, 2214 (1920). [2] M. Travniček, Ann. d. Physik, **17**, 654 (1934). [3] R. Tomaschek, Ann. d. Physik, **67**, 612 (1922). [4] A. A. Schischlowskij u. S. I. Wawilow, Sow. Phys., **5**, 379 (1934).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume II (XI), № 4 (90)

PHYSIK

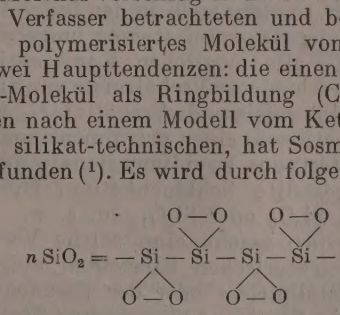
ÜBER EIN MODELL DES POLYMERISIERTEN MOLEKÜLS VON KIESELSÄURE IM SCHMELZFLUSSE

Von G. G. LAEMMLEIN

(Vorgelegt von F. J. Loevinson-Lessing, Mitglied der Akademie, d. 23. III. 1936)

Um den Prozess der Kristallisation des Quarzes und der Silikate wie aus dem Magma so auch auf hydrothermalem Wege zu verstehen, müssen wir eine Vorstellung vom Modell eines Moleküls von SiO_2 in freiem, nicht kristalligem Zustande in der Silikatschmelze oder in heisser Wasserlösung haben. Es ist verständlich, dass das unmittelbare Auffinden eines solchen Modells des Moleküls mit experimentellen und theoretischen Schwierigkeiten verbunden ist. Bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse in dieser Frage sind wir gezwungen uns durch Analogien und Mutmassungen zu helfen. Dasselbe haben schon eine Reihe von Verfassern getan, welche verschiedene Formeln für das SiO_2-Molekül vorschlugen. Diese Frage hat ihre Geschichte.

Die Mehrheit der Verfasser betrachteten und betrachten auch jetzt das SiO_2-Molekül als ein polymerisiertes Molekül von verschiedenen Assoziationsgraden. Es gab zwei Haupttendenzen: die einen betrachteten ein solches polymerisiertes $n SiO_2$-Molekül als Ringbildung (Curie, Asch, Martin), die anderen jedoch suchten nach einem Modell vom Kettentypus. In der Literatur, besonders in der silikat-technischen, hat Sosman's Kettenmodell eine weite Anerkennung gefunden (1). Es wird durch folgende Formel ausgedrückt:



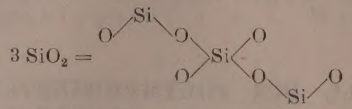
In der Tat entspricht offenbar das Kettenmodell des polymerisierten $n\ SiO_2$-Moleküls am meisten unseren Vorstellungen von den physikalischen Eigenschaften des geschmolzenen SiO_2 oder der kieselsäurereicher Schmelzen.

Weiterhin werden alle Betrachtungen sich auf eben einen solchen Zustand der freien, nicht kristallisierten SiO_2-Moleküle in der Schmelze beziehen.

Doch Sosman's Formel, welche er im Jahre 1916, als die Feinstruktur des Quarzes und der Silikate noch nicht bekannt war, vorschlug genügt einer ganzen Reihe von Bedingungen nicht. Die Hauptbedingung besteht in der Möglichkeit eines u n m i t t e l b a r e n Aufbaues des Kristallgitters, in erster Linie, natürlich, des Quarzes und ebenfalls der Gitter der

magmatogenen Silikate aus den $n SiO_2$-Ketten mittels ihrer einfachsten Umwandlungen. Dieser Bedingung genügt das Kettenmodell des $n SiO_2$ von Sosman nicht, schon allein aus dem Grunde, dass es vor der Kristallisation in die Verbindungen—Si—Si—zerfallen muss um im Gitter die Verbindungen—Si—O—Si—O—aufzubauen.

Nachdem die Struktur des α- und β-Quarzes erkannt worden war, wandte man sich natürlich zur Auffindung eines solchen Modells an das fertige Quarzgitter. Diesen Weg schlug P. Niggli (²) im Jahre 1925 ein. Er schied die Kettengruppe $3SiO_2$ aus, welche sich in der Elementarzelle des Quarzes befand. Die von ihm vorgeschlagene, etwas veränderte Formel sieht so aus:



Ihr unmittelbarer Zusammenhang mit der Struktur des Quarzes wird dadurch bestimmt, dass Si in den Niveaus 0, $^1/_3$, $^1/_3$ und O in den Niveaus $^1/_6$, $^1/_2$ liegen. So eine dreigliedrige Kette läuft in der Quarzzelle in der Richtung der Diagonale der Zellenseite—[1$\bar{2}$13], welche eine Kante zwischen dem Prisma und der Trigonalpyramide, bzw. dem benachbarten positiven Rhomboeder, oder zwischen zwei benachbarten Rhomboedern bildet. Im Quarzgitter gibt es sechs solcher gleichwertiger, zur Hauptachse geneigter Richtungen. Leider beschränkte sich Niggli nur mit der Betrachtung des «Moleküls» im Kristallgitter des Quarzes, indem er nur bemerkte, dass nach einem solchen Typus eine Assoziierung der $n SiO_2$-Ketten auch in der magmatischen Schmelze vor sich gehen kann.

Nachdem die Strukturen der Hauptsilikate von Bragg und seinen Nachfolgern einem detaillierten Studium unterworfen worden waren, wurde die Ansicht festgestellt, dass die Si-Atome in allen Kristallgittern und nicht nur in den Kristallgittern, sondern auch in den festen Gläsern stets von tetraedrischen Gruppen aus vier Sauerstoffatomen umgeben sind.

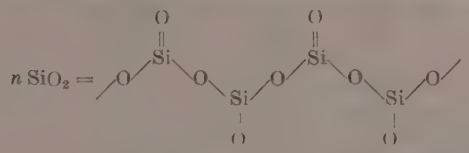
Laves (³) betrachtete alle möglichen Kombinationen von Tetraedern, welche zur Erhaltung verschiedener Verhältnisse von Si:O von $^1/_4$ bis zu $^1/_2$ notwendig sind. Für das uns interessierende Verhältnis $^1/_2$, welches SiO_2 entspricht, gibt er folgende Kombinationen: einen dreidimensionalen Aufbau aus Tetraedern, d. h. ein Quarzgittertypus, zweidimensionale Netze und schliesslich aus Tetraedern zusammengestellte Schlauchketten. Die Ringschnitte solcher Schlauchketten ergeben Si_3O_9 oder Si_4O_{12} u. s. w.

Wenn man den Versuch macht eine solche Vorstellung vom Bau der $n SiO_2$-Kette, die aus tetraedrischen Elementen aufgebaut ist, von festem, hartem System des Kristallgitters oder der pseudokristalligen Struktur des erstarrten Glases auf die flüssigen, beweglichen Zustände der Schmelze zu übertragen, so wird sofort wieder derselbe Widerspruch wie auch bei Sosman's Kette zu Tage treten. Es ist nicht möglich aus solchen Schlauchketten, indem man sie aneinander schliesst, unmittelbar ein Quarzgitter aufzubauen, ohne dass sie dabei wesentliche Veränderungen ihrer Konstruktion erleiden oder das Verhältnis $Si : O = ^1/_2$ verlieren oder aufhören eine Konstruktion aus tetraedrischen Elementen zu sein. Dasselbe gilt auch in bezug auf die Möglichkeit eines Aufbaues der Gitter magmatogener Silikate.

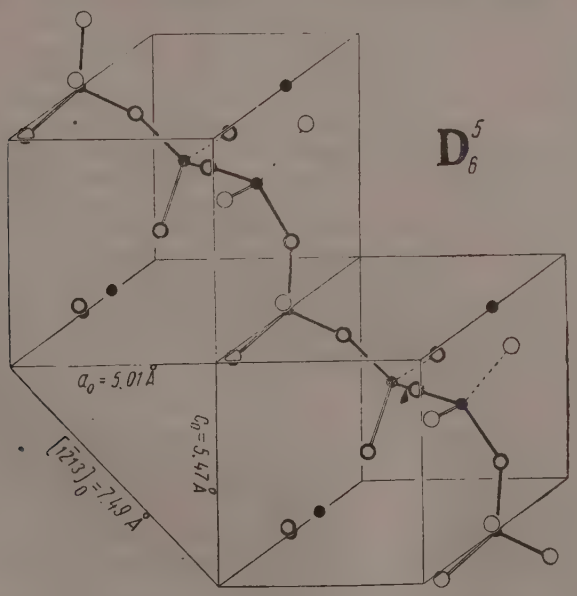
Folglich, wenn in der Silikatschmelze in der Tat eine Assoziierung der SiO_2-Moleküle in mehr oder weniger verlängerte Kettengruppen stattfindet, und davon zeugt eine ganze Reihe von Eigenschaften solcher Schmelzen,

so können solche Ketten aus Si und O und in keinem Falle aus tetraedrischen Elementen aufgebaut werden, deren bedingungslose Existenz nur in festem Zustande berechtigt ist.

Nach m. E. kann man bei weiterer Fortsetzung von Niggli's glücklicher Idee folgende Strukturformel für die Kettengruppen von $n SiO_2$ vorschlagen:



welche der mehreren, wenn auch nicht allen Eigenschaften des geschmolzenen SiO_2 entspricht. In solche «unendliche» Ketten, welche im Gitter längs der Richtung von [1213] liegen, kann man das gesamte Quarzgitter zergliedern. Auf Fig. 1 sieht man, dass eine solche Kette im Gitter des β-Quarzes



aus unvollendeten Windungen nach der Schraubenachse zusammengesetzt ist, deren letztes Glied nicht nach seiner Spirale läuft, sondern in der nach der Diagonale benachbarten Zelle zum Beginn der Windung herübergeworfen wird. Die geschwärzten kleinen Kreise bezeichnen Si, die schwarzen Ringe —O, welche zu den dargestellten Zellen gehören, die weissen Kreise—O der benachbarten Zellen. Dabei muss beim Zerfall des Gitters in solche Ketten mindestens $^1/_4$ aller Verbindungen von Si mit O zerrissen werden. In der Formel der Kette wird das durch die Einführung doppelter Verbindungen mit Si bei den seitlichen O symbolisiert. Ein solches Auseinanderreissen der Verbindungen von Si mit O beim Übergange in den flüssigen Zustand und Zerstörung der tetraedrischen Konfigurationen geschieht mit grosser Energieabgabe, was die Schwerschmelzbarkeit von SiO_2 erklärt. Es ist offenbar,

dass aus solchen Ketten indem man sie unmittelbar aneinander schliesst, sich von neuem ein Quarzgitter aufbauen lässt, wobei, natürlich, das den festen Zustand charakterisierende stabile tetraedrische Entourage wiederhergestellt wird. Dasselle gilt auch hinsichtlich der Gitter-Herbildung anderer kristalliger Kieselsäuremodifikationen.

Wenn die Schmelze zu Glas erstarrt, schliessen sich die $n SiO_2$-Ketten aneinander, indem sie eine regellose Tetraederkonstruktion bilden. Folglich kann man in der abkühlenden Schmelze mit der Temperaturerniedrigung eine statistische Mehrung der Fälle der tetraedrischen Umgebung der Si-Atome mit O-Atomen erwarten, d. h. eine ununterbrochene Annäherung der Struktur der noch flüssigen Schmelze an die Struktur des erstarrten Glases, was offenbar, die anwachsende Viskosität der Schmelze beeinflusst.

Indem die $\overset{O}{\underset{O}{SiOSiOSiO}}$-Ketten aus der Berührung mit den benchbarten Ketten im Kristallgitter heraustreten und in die Schmelze übergehen, verlieren sie alle Züge des Enantiomorphismus, welche nur dem Gitter eigen sind. Und bei der Entstehung des embryonalen Kristalls aus den in der Schmelze befindlichen Ketten, geschieht der Aufbau des rechten oder linken Gitters zufallsmässig. In der Tat stellten schon Wright und Larsen [4] fest, dass es in den Quarzen aus verschiedenen quarzhaltigen magmatischen Gesteinen ebenso viel rechte wie linke Kristalle gibt. Als ich diese Beobachtung an Quarzkristallen aus dem Quarzporphyr aus Samschwildo, nicht weit vom Bely Kljutsch (Grusien) prüfte, fand ich 162 rechte und 133 linke Kristalle.

Was die Quarzkristalle betrifft, ist es von Interesse zu erwähnen, dass die Zone $[12\bar{1}3]$ die Hauptzone des Kristalls ist, welche seinen gesamten Habitus und alle Eigentümlichkeiten seiner äusseren Flächenbildungen bestimmt. Besonders bemerkenswert ist, dass eine gewisse feine Schraffierung auf den Flächen S $[11\bar{2}1]$ genau der Richtung von $[12\bar{1}3]$ entspricht. Dieselbe eigentümliche Schraffierung kann man oft auf den Flächen $\{10\bar{1}0\}$ und $\{10\bar{1}1\}$ sehen.

Die Reflexion von einer solchen allerfeinsten Schraffierung ergibt zuweilen ein volkommen richtiges Bild einer ganzen Serie von Diffraktionsspektren.

Wenn in der Silikatschmelze, in welcher Kettengruppen von $n SiO_2$ vorhanden sind, $\overset{II}{M}O$-Moleküle auftreten, so erhalten die Ketten von $n SiO$, indem sie sich mit diesen Molekülen verbinden, eine Konfiguration der tetraedrischen Gruppierungen von Typus des $(SiO_3)_n$ u. s. w.

Auf dieselbe Weise können die Ketten von n SiO_2 mit den seitlichen Sauerstoffen, welche eine doppelte Verbindung mit Si haben, bei entsprechenden Zugaben, leicht in ein beliebigen Gitter der magmatogenen Silikate umgewandelt werden.

Lomonossoff-Institut der Geochemie,
Kristallographie und Mineralogie
Akademie der Wissenschaften d. UdSSR.
Moskau.

Eingegangen
d. 23. III. 1936.

ZITIERTE LITERATUR

[1] R. Sosman, Trans. Faraday Soc., **12**, 254 (1917). [2] P. Niggli, Ztschr. f. Krist., **63**, 295 (1926). [3] F. Laves, Ztschr. f. Krist., **82**, 1 (1932). [4] F. E. Wright and E. Larsen, Am. J. Sc., IV ser., **27**, 421 (1909). [5] G. G. Laemmlein, C. R. Acad. Sci. URSS, **1**, 1, 33 (1935).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume II (XI), № 4 (90)

CHEMICAL PHYSICS

THE CETENE SCALE AND THE INDUCTION PERIOD PRECEDING THE SPONTANEOUS IGNITION OF DIESEL FUELS IN BOMBS

By M. N. MICHAILOVA and M. B. NEUMANN

(Communicated by N. N. Semenov, Member of the Academy, 20. III. 1936)

During recent years, high-speed Diesel engines, requiring special fuels, have come into wider and wider use.

Simultaneously the problem of working out a standard method of testing and evaluating fuels has become more urgent.

Boerlage and Broeze (1) suggested comparing the fuel with a mixture of two hydrocarbons—1-methyl naphthalene and cetene which ignite with difficulty and easy respectively.

In order to make a comparison it is necessary to select a mixture of these two hydrocarbons so as to give, in a specially constructed Diesel engine, a performance equal to that of the fuel under test. The concentration of the cetene in the mixture is then expressed in percentage and is known as the «cetene number» of the fuel.

Standard motors for these tests are sold by the Wokesha company in the U.S.A. However on account of the expense of these motors and the complexity of the experimentation required with them, an attempt has been made to evaluate Diesel fuels by means of a laboratory test. These attempts were directed along two lines:

1) the determination of «Deisel indices» or «indices of combustion» from the fundamental physico-chemical constants of the fuel, and

2) the testing of fuels in bombs.

Moore and Kaye (2), Becker and Fischer (3), Butler (4), Heinze and Marder (5) and others followed the first alternative and suggested Diesel indices calculated from the specific gravity, viscosity, aniline number, boiling point, parachor, refractive index, etc.

Melkumov (6) showed that the qualities of a number of Diesel fuels used in the USSR could be correctly estimated by such calculations. However the method of Diesel insices does not give the cetene number with sufficient accuracy and in some cases even gives qualitatively misleading results.

A number of authors, including Hartner-Seberich (7), Bridgman and Marvin (8), Helmore, and Cod (9), and Wentzel (10), have conducted work on the standartization of fuels in bombs, but no positive results were obtained, chiefly due to the fact that the tests were made at pressures and temperatures

which were too low as compared with those occurring at the top of the compression stroke in a Diesel engine. Kaulin, Neumann and Serbinov [12] have shown that Diesel fuels may be gauged by the induction period preceding spontaneous ignition in a heated bomb. In this case the fuels fall into the same order as that found on the cetene scale determined with a Wokesha motor. The authors compared the given Diesel fuel with mixtures of cetene and mesitylene and it was found that the resulting cetene number obtained in bombs was in general 5—10 units lower than that obtained in tests with the standard motor. For this reason the authors suggested the term «conditional cetene scale» for their scale.

Since the calibrating fuels used in the motor tests are cetene and 1-methyl naphthalene, it was very necessary to carry out tests with these hydrocarbons in a bomb and to establish a new cetene scale on the basis of the results obtained.

These results are reported in the present paper where a comparison is made between the scale obtained with mixtures of cetene and 1-methyl naphthalene in a bomb, and that obtained with the same fuels in a Wokesha motor. The tests were conducted in a metal bomb heated by a nichrome spiral. The fuel was injected into the bomb from a Bosch jet by means of a specially constructed plunger pump.

The instant of injection and the pressure curve in the bomb were registered by a beam of light which was reflected from a mirror connected to the needle of the jet and to a membrane indicator. The diagram traced by the latter gave the induction period τ which corresponds to the time interval between injection and spontaneous ignition, and which is necessary for the physical (evaporation) and chemical preparation of the fuel.

All the tests were made with constant settings of the jet and pump which gave an injection of approximately 80 mg of fuel each time. This quantity of fuel corresponds to a coefficient of excess air α of about 1.7 at an air pressure of 21 atm, which was sufficient for complete combustion. The induction periods obtained during the combustion of mixtures of cetene and mesitylene, and of cetene and 1-methyl naphthalene are given in Tables 1 and 2.

Table 1

Induction Periods During the Spontaneous Ignition of Mixtures of Cetene and Mesitylene at $p = 21$ atm

Temp. °C	Induction period in millisecs				
	100% cetene	75% cetene	50% cetene	35% cetene	Mesitylene
610	3.1	3.5	4.9	8.6	19.5
600	3.2	3.6	5.0	8.7	20.9
590	3.3	3.65	5.1	8.8	22.0
580	3.5	3.7	5.3	9.0	23.0
570	3.7	4.0	5.4	9.3	24.5
560	3.9	4.2	5.6	9.6	26.0
540	4.3	5.0	7.0	14.9	—
530	4.7	6.1	7.4	18.0	—
520	5.1	8.0	8.8	—	—
510	5.3	9.5	10.6	—	—
500	6.5	12.0	13.0	—	—

Table 2

Induction Periods During the Spontaneous Ignition of Mixtures of cetene and 1-Methyl naphthalene at $p=21$ atm

Temp. °C	Induction period in millisecs				
	100% cetene	66% cetene	50% cetene	33% cetene	1-methyl naphthalene
600	3.2	3.9	4.5	11.1	38.0
590	3.3	4.0	6.0	11.6	34.3
580	3.5	4.8	6.8	12.0	43.0
570	3.7	4.9	6.9	14.3	58.5
560	3.9	6.15	7.0	15.5	80.8
540	4.3	6.7	8.06	25.0	124.0
530	4.7	7.4	8.3	31.2	—
520	6.1	8.9	13.1	71.6	—
505	—	11.9	16.9	—	—

It is clear from these figures that the induction period of mesitylene is much less than that of 1-methyl naphthalene. Since the «conditional cetene scale» was founded on results obtained with cetene and mesitylene, whilst cetene-1-methyl naphthalene mixtures were used in obtaining the scale with the motor, the difference between the two scales is understandable.

In constructing both the conditional and the cetene scales we tried as far as possible to keep the pressure and temperature near to those which are known to exist in a motor at the end of the compression stroke. The standard values chosen with this end in view were $p=21$ atm and $T=580$°C.

The pressures and temperatures at the end of the compression stroke in modern high-speed Diesel engines with a compression ratio of 11 to 14 range between 20 to 35 atm and 450 to 515° C respectively. Since the temperature of the walls of the bomb was 125° C higher than the average temperature of enclosed air, the temperatures quoted above correspond to wall temperatures of 575—640 C.

It was established in a series of experiments that the effect on the induction period of small pressure and temperature changes, which is so marked below 550° and 20 atm, disappears almost completely at pressures and temperatures above these values. Thus the conditions chosen, namely $p=21$ atm and $T=580$°C, for the construction of the cetene scale correspond completely to those obtaining in a Diesel engine at the end of the compression stroke. A part of the cetene scale is represented in the fig. The circles correspond to the induction periods of the mixtures investigated. It appears from this curve that with low cetene numbers the induction period τ depends very strongly on the cetene number, whilst when the latter is greater than 50 the changes in τ are insignificant.

In order to determine the cetene numbers of various Diesel fuels a number of experiments were made, the results of which are given in Table 3.

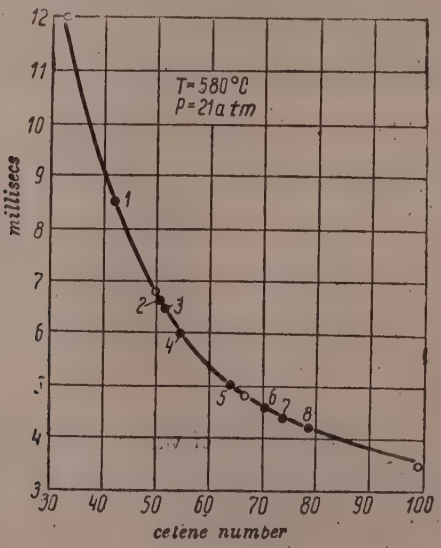
It is clear form this table that at temperatures above 580° Grosnensky gasoil, Surakhansky gasoil and Kara-Chukhursky solyar have the smollest induction periods. Next in order of increasing induction period come export gasoil Binagadinsky solyar, light and heavy Balakhansky solyars temperatures this order is changed and this explains the lack of success. At lower obtained in previous attempts at standardizing Diesel fuels in bombs.

Table 3

The Influence of Temperature on the Induction Period Preceding the Ignition of Diesel Fuels at p=21 atm

T°C	Induction period in millisecs							
	Heavy Balakh. solyar	Light Balakh. solyar	Binagadinsky solyar	Mixture of solyars	Gasoil for Diesel test run	Kara-Chukhur solyar	Surakh. gasoil	Grozn. gasoil
610	7.7	—	6.2	5.4	—	4.5	4.2	—
600	8.0	6.6	6.3	5.6	—	—	4.25	3.9
590	8.3	6.65	6.4	5.8	—	4.55	4.3	4.1
580	8.5	6.7	6.5	6.0	5.0	4.6	4.4	4.2
570	9.2	6.8	7.0	6.3	6.1	—	4.6	5.1
560	9.7	7.0	7.4	6.6	8.2	5.0	4.7	6.1
550	10.2	—	—	7.0	12.9	5.3	4.9	7.5
540	10.8	7.5	8.3	7.7	23.1	5.5	5.2	—
530	11.4	7.8	8.7	8.4	—	5.9	—	—
520	12.1	8.1	9.2	9.5	—	6.5	6.1	—
510	12.9	8.4	—	11.0	—	7.4	—	—
500	13.9	8.7	10.5	13.0	—	9.7	7.4	—

The induction periods of the above fuels are given on the cetene scale and from this their cetene numbers have been determined. The induction periods and cetene numbers of these fuels determined with a Wokesha motor and in a bomb are compared in Table 4.



Cetene scale. *1*—Heavy Balakhansky solyar, *2*—Light Balakhansky solyar, *3*—Binagadinsky solyar, *4*—Mixture of solyars, *5*—Gasoil for Diesel test run; *6*—Kara-Chukhursky solyar, *7*—Surakhansky gasoil, *8*—Groznensky gasoil.

Table 4

Fuel	Induction period at $p = 21$ atm $T = 580°C$	Experiments in a bomb		Experiments with a Wokesha motor
		Conditional cetene number	Cetene number	Cetene number
1. Heavy Balakh. solyar . . .	8.5	34	42	40
2. Light Balakh. solyar . . .	6.7	41	50	48.5
3. Binagadin solyar	6.5	42	52	53
4. Mixture of solyars	6.0	44	55	53
5. Gasoil exp	5.0	52	64	65.5
6. Kara-Chukhur solyar . . .	4.6	57	71	71.5
7. Surakhansky gasoil	4.4	60	74	76
8. Gronznensky gasoil	4.2	64	78	77

From this table it is clear that the cetene numbers determined according to the method described agree within the limits of experimental error with those measured by means of a Wokesha motor.

Scientific-Research Institute
of Chemical Physics.
Academy of Sciences of the USSR.
Leningrad.

Received
20. III. 1936.

REFERENCES

[1] G. D. Boerlage and J. J. Broeze, Engin., **132**, 603—687—755 (1931); SAEJ, **31**, 282 (1932): J. Inst. Petr. Techn., **18**, 569 (1932). [2] Moore and Kaye, Oil a. Gas J., **15**, 108 (1934). [3] A. E. Becker and H. G. M. Fischer, SAEJ, **35**, 376 (1934). [4] W. H. Butler, SAEJ, **32**, 3 (1931). [5] Heinze u. Marder, Brennst. Ch., **16**, 286 (1935). [6] Melkumov, The Testing of Fuels for High-Speed Diesel-Engines, ONTI (1935). [7] R. Hartner-Seberich and O. Horn, Brennst. Ch., **14**, 141 (1933). [8] O. C. Bridgman and Ch. F. Marvin, Ind. Eng. Ch., **20**, 1219 (1928). [9] Foord, J. Inst. Petr. Techn., **18**, 533 (1932). [10] W. Wentzel, Forsch. Arb., № 366 (1933) and № 343 (1931). [11] Aubert, Clergé et Duchène, Chimie et Ind., **33**, 811 (1935). [12] Kaulin, Neumann and Serbinov, Techn. Physics, USSR, **3**, 6 (1936).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume II (XI), № 4 (90)

GENETICS

THE INFLUENCE OF ULTRA-SHORT RAYS ON THE CHROMOSOMES OF PLANTS

By S. J. KRAJEVOJ

(Communicated by A. A. Sapehin, Member of the Ukrainian Academy, 17. III. 1936)

After the X-rays had been successfully used to produce mutations in *Drosophila melanogaster* (1) and in plants (2,3,4,5) there were a number of attempts to use various other rays and electrical waves as mutagenous agents. The chief place in the attention of investigators was taken by electrical waves of various frequencies obtained from various kinds of generators.

Hersh and Karrer (6) subjected *Drosophila* flies to the action of electrical waves (285 000 oscillations in 25 seconds) and obtained 57 anomalies out of 26 125 flies, including 5 with spotted eyes, which latter transmitted their characters to their offspring. The results thus obtained were, consequently, not convincing and not to be compared with those obtained by means of the X-rays.

Horlacher (7) placed *Drosophila* males between two copper cylinders in a current of 33 000 volts, 60 cycles a second. In this experiment lethal mutations did not result, although several variations were noticed. The same author subjected *Drosophila* males to the action of a current of 225 000 volts, 1 225 000 cycles a second, for 1 minute. With the idea of obtaining lethals, 690 crossings were carried out, but no mutations resulted.

Schmitt and Oliver (8) subjected the *Drosophila* to the action of electric waves of a length of 200 m. 35% of the flies remained fertile after the treatment. Out of 1607 cultures there were no visible mutations or translocations; the lethal mutations were no more numerous than in the control.

Sprague (9) subjected maize pollen to the action of an electromagnet and obtained 2 to 3 times as much variegation as in the control. With increased exposure the frequency of mosaics rose, but not proportionally. Translocations were also obtained in this way. Stadler (10) obtained several mutations in barley by this means.

From this short summary it is apparent that electrical waves of various lenghts are an agency capable of producing genotypical changes, though not in so great a number as are obtained by X-raying.

There is, at the present time, a rich literature (11) on the application of ultra-short rays in biology and medicine. We will not dwell on this literature, since it does not touch our problem and is of interest only on its technical side (apparatus, dosimetry).

On the grounds that long electrical waves produce, in some cases, variations in the genes of the *Drosophila*, barley and corn, we decided to try out ultra-short electrical waves (1—10 m) as a means of producing variations in the genes of wheat and peas.

In this paper we set forth only how the ultra-short rays acted on the karyotype.

Pea seeds just beginning to sprout were subjected to the action of ultra-short waves. The seeds were placed between the two condensers of a 500-watt ultra-short wave generating apparatus, having a lamp of the type «BK 500», a current tension of 3 000 volts at the anode and a current strength in the oscillatory circuit proportional to 4 amperes. The heating of the etalon of decinormal neutral phosphorous salt solution, midway between the condensers, where the seeds were placed, was $126 \cdot 10^7 \frac{erg}{cm^3} \cdot 10$. The duration of the treatment was 3, 10 and 15 minutes.

After the treatment, the rootlets were fixed in chrome-formol according to Lewitski. We classified the anomalies produced by the ultra-short waves in the somatic cells of the pea as follows:

a) lagging of the chromosomes in anaphase,
b) formation of micronuclei,
c) formation of chromosome breaks,
d) fragmentation of chromosomes,
e) translocations,
f) «somatic reduction»,
g) pseudomeiotic division of somatic cells.

Lagging of chromosomes in anaphase resulted from exposure of pea seeds for 3 minutes, wave length 4 m, distance between condensers 12 cm, current strength 4 amperes. In sprouting seeds subjected to these conditions, a fragmentation of the chromatin material of the nucleus results, which leads to the formation of micronuclei. Breaks of the chromosome result when the seeds are subjected for 10 minutes to the same conditions as, in the previous experiment, led to the lagging of chromosome and the formation of micronuclei. These breaks are not ordinary fragmentations, inasmuch as the detached piece of chromosome is found right alongside the chromosome from which it was broken off, and only at a certain distance from it, whereas, in ordinary fragmentations, the fragments are distributed helter-skelter between the chromosomes and do not remain in the proximity of the chromosomes from which they were detached.

Fragmentations of the chromosomes were obtained under the same conditions of treatment. In Fig. 1 is shown a plate with fragmented chromosome *A*; the break occurred, probably, near to the spindle fibre. Fragment β represents a piece of the short arm of chromosome *A*. Probably a break of the long arm occurred likewise in chromosome *B*; the fragments are connected with the chromosome by dotted lines.

Translocations also resulted from the action of ultra-short waves on sprouting seeds under the same conditions as in the foregoing experiments. In Fig. 2 is shown a karyotype subjected to such action. We at first note the double armed chromosome *R*, having one arm too long, and secondly, chromosome *D* in the form of a straight rod, but much shorter than the normal chromosome.

What changes have taken place in this karyotype? It is quite plain that here a translocation has occurred: chomosome *D* was broken, probably near to the spindle fibre, and the detached part united itself to chromosome *R*

(Fig. 2); the translocated part is indicated in the figure by special hatching. The rest of the chromosomes of the karyotype are normal.

The phenomenon of «somatic reduction», in which chromosomes, under the same conditions of treatment by ultra-short waves, arranged themselves in pairs and closely enough simulated true bivalents, was also observed. Here the objection might be raised that these are simply pieces of chromatin resulting from the destructive force of the ultra-short waves, but this objection fails, inasmuch as these chromatin pieces are always observed in sevens and, furthermore, are always of approximately identical size and shape.

Fig. 2.

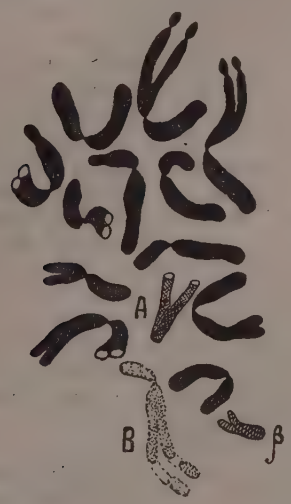


Fig. 1.

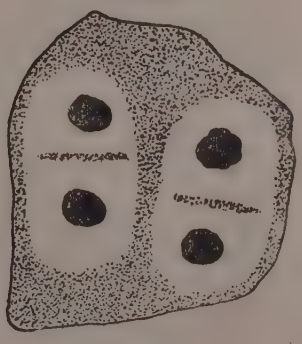


Fig. 3.

Finally, we succeeded in observing cases that externally resembled the second reductive division (Fig. 3). The conditions of treatment were the following: $\lambda = 4$ m, $d = 12$ cm, 4A. In Fig. 3 it is evident that a tetrad was obtained analogous to that in the formation of pollen grains but without division into lobes. This phenomenon may be explained thus: In the division of a cell having a normal diploid number of chromosomes, the latter divided equationally, but the cell envelope was not divided and there resulted a binuclear cell; after this division there ensued a second division of each of the two nuclei without any consequent division of the cell, so that a cell resulted with four nuclei and, in all probability, with four sets of somatic chromosomes—that is, with 56 chromosomes. We observed no such phenomenon in our investigation of sprouting pea seed by means of X-rays ([12]).

Comparing the results we obtained ultra-short waves with those we obtained (unpublished data) by means of X-rays, we find that the actions of these two factors differ in certain respects. We got certain variations from the action of ultra-short waves that were not obtained from X-raying namely: a) somatic reduction and b) pseudomeiotic division of somatic cells.

On basis of these differences in the effectiveness of X-rays and ultra-short waves, it can be affirmed that these two factors do not produce entirely identical changes in the karyotype.

Amongst the variations that we obtained, the phenomenon of «somatic reduction» is one of essential interest. According to the data of the literature, there have been known instances of so-called «somatic reduction»-phenomenon in which reduction of the chromosomes takes place, not in a definite stage of sporogenesis, but somewhere in the sporophyte during the multiplication of the plant's meristematic cells. Of course, there is not excluded the possibility that the affinity peculiar to homologous chromosomes may manifest itself even outside the limits of the sporogenic tissues, and, on that account, such a phenomenon may be reckoned logically possible. And, in fact, Nemec [13], Lundegardh [14,15], Gates [16], and Schustow [17] have described a number of atypical nuclear divisions which they obtained in the meristem, in the majority of cases under the influence of various narcotic substances. But it is to be doubted that this phenomenon ought to be interpreted as «somatic reduction», since only bivalent-like forms of the chromosomes were obtained, while the phenomena of pseudo-reduction were never observed, to say nothing of the division of the atypical figures into two haploid sets of chromosomes. If «somatic reduction» had been proved, this would have made possible a new explanation of the phenomena of «somatic splitting».

In the cases we have set forth above there are seven «bivalents» whose further fate we know nothing of. At all events, in reviewing a great mass of material, it was not our fortune to observe that any reduction of the chromosomes occurred afterwards. We never observed a single plate of the somatic cells of rootlets with a reduced number of chromosomes.

In the case of pseudomeiotic division described by us we did not succeed in following out the dynamics of the formation of the tetrad cells with four nuclei; it is possible that one of these divisions is a reduction division, but this seems little likely, since we do not have a single case on record in which the somatic cells contained a haploid number of chromosomes.

Thus, our investigations have established the following:

1. Ultra-short electric waves ($\lambda = 4$ m) produce various reorganizations of the chromosomes (fragmentations, translocations, lagging of the chromosomes, micronuclei, etc.) in the sprouting seeds of peas.

2. Ultra-short waves produce pairing of the chromosomes in the somatic cells of the meristem which quite closely simulate normal bivalents.

3. Ultra-short waves produce successively in the cells, one after the other, two divisions without subsequent division of the cell, as a result of which tetranuclear cells simulating the tetrad in sporogenesis result.

Thus, our data on the action of ultra-short waves on the chromosomes give grounds for supposing that the ultra-short waves may be quite a powerful means of securing mutations. Those data [18] which would seem not entirely to confirm our suppositions are unconvincing, both as to quantity and on the methodological side.

Chair of Genetics,
Academy of Sciences of the Ukrainian SSR
and Institute of Genetics,
Academy of Sciences of the USSR.

Received
17. III. 1936.

REFERENCES

[1] H. J. Muller, Science, **66**, 84—87 (1927). [2] L. J. Stadler, Science, **68**, 186—187 (1928). [3] T. H. Goodspeed, J. Hered., **20**, 243—259 (1929). [4] L. N. Delauney, ZS. f. ind. Abst. u. Vererb., B. **55**, 352—355 (1930). [5] A. A.

Sapehin, Der Züchter, **2**, 257—259 (1930). [6] A. H. Hersh, R. Karrer and A. L. Loomis, Amer. Nat., **64**, 522—559 (1930). [7] W. K. Horlacher, Science, **72**, 96—97 (1930). [8] F. O. Schmitt and C. P. Oliver, Amer. Nat., **67**, 67—68 (1933). [9] G. F. Sprague, Anat. Record, **47**, 382 (1930). [10] L. J. Stadler, Sci. Agric., **11**, 557—572 (1931). [11] И. А. Пионтковский, З. Д. Духанина и И. В. Жердин, Курортология и физиотерапия, 5 (1935). [12] S. J. Krajevoj, C. R. Acad. Sci. URSS, I, **7—8**, 549—533 (1935). [13] B. Nemec, Pringheims Jahrb. wiss. Bot., **39**, 645—730 (1904). [14] H. Lundegardh, Arch. f. Zellforsch., **9**, 205—330 (1913). [15] H. Lundegardh, Arch. f. Zellforsch., **13**, 145—157 (1914). [16] R. R. Gates, Amer. J. Bot., **11**, (1923). [17] L. V. Schustow, Arch. f. Zellforsch, **11**, 340—388 (1913). [18] Ю. Я. Керкис, Тр. Инст. генетики, **10**, 223—226 (1935).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume II (XI), № 4 (90)

PLANT PHYSIOLOGY

THE EFFECT OF ULTRA-SONIC VIBRATIONS ON PLANT DEVELOPMENT

By O. ISTOMINA and E. OSTROVSKIJ

(Communicated by A. A. Richter, Member of the Academy, 26. II. 1936)

Our present work is a repetition and extension of the experiments begun last year [1] on the effect of ultra-sonic vibrations on the vegetative period and yield of potato tubers. The experiments of this year differ from those of last year in the greater amount of material used and in the addition of a series of chemical analyses of the «sonized» tubers. Potato and pea seeds were also experimented on.

Experiments were also made of sonizing under higher external pressure for the purpose of checking theoretical considerations on the physico-chemical action of ultra-sonic vibrations.

In our work we used a piezo-quartz plate giving a frequency of ultra-sonic vibrations of $4 \cdot 10^5$ Hertzs[2]. The accoustic power radiated by it was found to be 80 watts. The quantity of power penetrating into the vessel with the sonized material was much less, constituting, according to the calorimetric measurements, about 25 per cent of the power emitted.

The potato tuber or the seeds were placed in a glass container which was then introduced into the ultra-sonic mound. As there occurs a slight heating (amounting to several degree) of the material during the passage of ultra-sonic vibrations, intervals were made and the water was changed so that there might be no great heating of the material during long exposures. The control specimens were immersed during the exposure of the experimental specimens into water of the same temperature. Both the sonized and the control tubers and seeds were kept till planting under identical conditions. It is interesting to note in connection with this that, according to E. M. Uspenskij's data (1935), the Epicure tubers, after having been exposed to a temperature of 45° C for 5 hours, gave an increase of 5% in the yield as compared with that of control tubers kept in a cellar at 4° C.

Table 1 shows the results of the sonization of Lorkh tubers. 250 Lorkh tubers were sonized at three different dates (December 15, February 25 and April 13). All the three groups were planted on May 13 in the field. The Table shows an increase in the yiefd from sonized tubers (16.7% on an average), though not so large (68%) as in our preliminary experiments. It should be noted, however, that vessels with thinner walls were employed in those experiments and that, possibly, a greater quantity of ultra-sonic energy reached the material.

Table 1

Variant	Date of sonization	Date of planting	Date of collecting the 1st sample	Leaves		Tubers	
				%	In grams per bush	%	In grams per bush
Control	I. Dec. 15 1934	May 13	July 29	100	333	100	306
1 min				111	368	125	383
Control	II. Febr. 25 1935	» »	» »	100	297	100	293
1 min				133	393	139	405
Control	III. Apr. 13 1935	» »	» »	100	453	100	385
1 min				98	441	90	348

Variant	Date of sonization	Date of planting	Date of collecting the 2nd sample	Leaves		Tubers		Percentage of starch
				%	In grams per bush	%	In grams per bush	
Control	I. Dec. 15 1934	May 13	Sept. 9	100	113	100	493	16.5
1 min				106	120	114	563	18.0
Control	II. Febr. 25 1935	» »	» »	100	125	100	564	17.7
1 min				121	152	113	635	17.8
Control	III. Apr. 13 1935	» »	» »	100	141	100	589	16.5
1 min				114	160	119	697	17.3

The Epicure tubers were sonized in two batches, one in March, the other in April. Each had its controls. The tubers were planted in the field on May 13. Two samples were collected, on July 26 and on September 9. Only the second batch was harvested on July 26. Phenological observations made during the vegetative period showed the seedlings of the first batch sprouted three days before their controls, while no difference was noted between the second batch and its controls.

Table 2

Variant	Date of sonization	Date of collecting the sample	Leaves %	Tubers %	Variant	Date of sonization	Date of collecting the sample	Leaves %	Tubers %
Control	March 9	July 26	—	—	Control	March 9	Sept. 9	100	100
15 sec.	» »	» »	—	—	15 sec.	» »	» »	67	110
30 »	» »	» »	—	—	30 »	» »	» »	117	136
1 min.	» »	» »	—	—	1 min	» »	» »	104	122
Control	Apr. 6	» »	100	100	Control	Apr. 9	» »	100	100
15 sec.	» »	» »	117	114	15 sec.	» »	» »	363	131
30 »	» »	» »	107	9	30 »	» »	» »	177	110
1 min.	» »	» »	136	133	1 min	» »	» »	130	123

The increase in yield is beyond doubt (Table 2). In certain variants it exceeds that of the controls by 30 and more per cent. However, its dependence on exposure could not be determined. Table 3 gives the results obtained from experiments with potato seeds of the Alma variety.

Each variant consisted of 60 plants. An increase in the yield of tubers, as compared with that of the controls was to be observed in all the cases. The plants from sonized seeds flowered 7 days earlier. Although the weight of the leaves of the sonized potatoes was generally lower, in the initial stages of development their rate of growth was higher than that of the controls (observations made on July 5).

Table 3*

Exposure	Weight of leaves per plant in grams	Weight of tubers per plant in grams	Weight of leaves in percentages	Weight of tubers in percentages	Starch content in percentages	Beginning of flowering
Control	75.5	114.1	100	100	13.8	Aug. 12
15 sec.	68.3	141.8	83.8	124.3	13.8	» 5
30 »	51.6	142.0	68.3	124.5	14.3	» 6
1 min	71.6	166.0	94.8	145.5	13.2	» 8
2 »	58.2	159.0	77.1	139.4	13.7	» 10

* «Alma» potato grown from seeds.

Influence of External Pressure

Seeds of Alma potato were sonized in a glass container, the external pressure within the latter being varied. Experiments were made under normal atmospheric pressure, under an increased pressure of $1^1/_2$ atmospheres and under a decreased pressure of $^1/_2$ an atmosphere. Table 4 shows the development of plants grown from these seeds.

Table 4

Plants of «Alma» Potato Grown from Seeds. Sonization was Effected under Different External Pressures

Variant	Exposure	External pressure during sonization in atm	Weight of leaves in %	Weight of tubers in %	Starch content in %	Date of flowering
1	Control	—	100	100	15.3	Aug. 16
2	1 min	1	105.7	108	16.2	» 9
3	2 »	1	110.8	117.2	14.3	» 15
4	1 »	$^1/_2$	108	101.6	14.5	» 13
5	2 »	$^1/_2$	98.3	116.4	14.3	» 7
6	1 »	$1^1/_2$	103.3	95.3	15.2	» 10
7	2 »	$1^1/_2$	62.5	99.8	14.7	» 9

We see from this table that plants grown from seeds sonized under greater pressure do not give a large increase in the yield (as is distinctly shown by the weight of tubers), but often produce even a smaller yield. In analogous cases plants sonized under normal pressure show a considerable increase in the yield (up to 40—45%) as can be seen from Table 3.

If we assume that the formation of cavitations is the cause of the observed physio-chemical effects, then, evidently, the biological effects of ultra-sonic vibrations must disappear with increase of pressure, when the process of the formation of cavitations must decrease and under high pressures cease entirely. The experiments although limited as yet as regards the quantity of material used seem to confirm this point of view.

Chemical analyses of sonized potato tubers

The chemical analyses given in Table 5 are of young tubers harvested in 1935. Before treatment, the tubers were divided after the chromogram method into 4 fractions according to peroxidase activity on the surface and in the heart of the tuber. The tubers were subjected to sonization on Aug. 3, and analysed on Aug. 10 with determinations of peroxidase after Epelmann, glucose after Hagedorn-Jensen and amino-nitrogen after Serensen.

The data obtained justify us in believing that the ultra-sonic vibrations strongly influence the fermentative system, especially peroxidase, whose activity rises markedly (oxidation processes increase considerably). The last involves a change in the state of the nitrogen. The heightened activity of peroxidase is also confirmed by the analyses of ripe tubers of the Lorkh variety. But at the same time, the activity of another enzyme, catalase, falls, as is shown by analyses of ripe tubers.

The data obtained on the action of ultra-sonic vibrations on the enzyme system demand special attention to be paid in the future to biochemical analyses.

Sonization of pea seeds

The first experiments with seeds of peas (and of phaseolus) demonstrated the earlier sprouting of sonized seeds. This made us carry out a series of experiments of sonizing pea seeds and planting them under natural conditions. Sonization was made on February 25, planting in the field on May 12; harvesting on September 13.

All the sonized variants were in full bloom by June 25, while the controls were only just beginning to flower. The development of 80 plants was studied: 20 in each of the four variants. A record was made of the weight of the leaves and pods, the number of the pods, etc. of each plant.

Table 6 shows a sharp rise in the yield of pods, and a considerably greater weight of leaves in plants grown from sonized seeds.

Within the range of exposures tested the effect increases with the lengthening of the exposure. With 5 min. exposure the yield of pods was 3.22 times greater than in the controls, while the weight of the leaves was 2.4 times that in the controls. The pea plants grown from sonized seed show a much more vigorous development. On the photograph is shown a control plant (left) and a sonized one (right). The plants photographed were dug out of the ground for this purpose and transferred to pots. The very same day (July 5) they were photographed.

Table 5

Chemical Anlyses of Young Potato Tubers Harvested in 1935

Fractions, which tubers were divided into according to peroxidase activity	F_1	F_2	F_3	F_4	F_1	F_2	F_3	F_4	F_1		F_2		F_3		F_4	
	Surface				Heart				Surface	Heart	Surface	Heart	Surface	Heart	Surface	Heart
	− Weak	+ Strong	−	+	−	−	+	+	−	−	+	−	−	+	+	+
Amino-nitrogen / Control	0.46	0.44	0.42	0.39	0.50	0.42	0.55	0.20	0.46	0.50	0.44	0.42	0.42	0.55	0.39	0.20
Ultra-sonic treatment 1 min.	0.50	0.71	0.63	0.56	0.59	0.58	0.46	0.59	0.50	0.59	0.71	0.58	0.63	0.46	0.56	0.59
Treated / Control	1.09	1.61	1.5	1.44	1.18	1.38	0.84	2.95	1.09	1.18	1.61	1.38	1.5	0.84	1.44	2.95
Glucose / Control	3.75	5.38	4.73	6.60	4.95	2.78	5.40	3.75	3.75	4.95	5.38	2.78	4.73	5.40	6.60	3.75
Ultra-sonic treatment	4.43	3.53	7.65	4.20	4.88	4.88	2.25	4.95	4.43	4.88	3.53	4.88	7.65	2.25	4.20	4.95
Treated / Control	1.18	0.66	1.62	0.64	0.98	1.75	0.42	1.32	1.18	0.98	0.66	1.75	1.62	0.42	0.64	1.32
Peroxidase / Control	2.9	2	1.9	1.6	5.3	1.3	3	1.6	2.9	5.3	2.0	1.3	1.9	3	1.6	1.6
Ultra-sonic treatment	11	6	8	14	12	6	16	10	11	12	6	6	8	16	14	10
Treated / Control	3.8	3.0	4.2	8.7	2.3	4.6	5.3	6.2	3.8	2.3	3.0	4.6	4.2	5.3	8.7	6.2

Table 6

The Moscow Pea

Variant	Exposure	Weight of leaves	Weight of leaves in %	Weigt of pods in grams per plant				Average number of pods per plant				Mean weight of pod	Mean weight of pod in %
				Total	Green	Ripe	Total weight in %	Total	Green	Ripe	Total number in %		
1	Control	50.3	100	36.4	22.9	13.5	100	21	10	11	100	1.73	100
2	1 min.	78.3	156	81.3	51.9	29.4	223.5	40.4	20	21	192.4	2.01	116
3	2 »	88.3	175.5	85.7	43.2	42.5	236	45	19	26	214.3	1.91	110.5
4	5 »	121.4	241.5	117.3	79	38.3	322	53	28	25	252.4	2.21	127.5

It is very probable that the optimum exposure, at which the action of ultra-sonic vibrations is especially effective, has not yet been found as regards potato tubers.

Chemical analyses of the young tubers were carried out by D. A. Mozolkova, scientific worker of the Institute of Potato Culture, to whome the Authors express their sincere thanks.

The authors express their deep gratitude to Prof. S. N. Rževkin, head of the High Frequency Laboratory, for his critical advice during this work and to Prof. E. M. Uspenskij for his permission to use important and as yet unpublished data and for his kind attention during our field experiments and agrochemical investigations.

Received
26. II. 1936.

High Frequency Laboratory Central X-Ray
and Radium Institute, and People Commissariat of Agriculture,
Department of Agrophysics of All-Union
Institute of Potato Culture.

REFERENCES

[1] C. R. Acad. Sci. URSS, I, № 9 (1935). [2] W. Wood and Loomis, Phil. Mag. (7), 4, 417 (1927); П. Беликов, Успехи физ. наук, № 2 (1928); П. Малов, Успехи физ. наук, XV, вып. 1 (1935); Е. Соколов, Заводская лаборатория (1935).

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume II (XI), № 4 (90)

PLANT PHYSIOLOGY

NEW SPECIES OF *COLLETOTRICHUM* ON THE RUBBER-PRODUCING PLANT *TARXACUM KOK-SAGHYZ* RODIN

By A. N. KLEČETOV

(Communicated by A. A. Richter, Member of the Academy, 17. II. 1936)

In June 1935 the fungus *Colletotrichum* was discovered on scapes of Kok-saghyz *(Taraxacum kok-saghyz* Rod.) during laboratory treatment of material collected by me and D. J. Tipograf.

These kok-saghyz scapes with light spots of anthracnose type were collected in the nursery of the Rubber Farm No 11, Kursk Area. Bits of slightly injured scapes, disinfected with 0.2 per cent solution of corrosive sublimate and transferred to Czapek's agar nutrient medium, produced a large quantity of cushions of *Colletotrichum* with typical bristles and colourless unicellular conidia with a central liquid globule (see Fig.).

Colletotrichum has until now never been found on any species of the genus *Taraxacum*. Moreover only on one or two species *(Rudbeckia laciniata* L.) of the entire family *Compositae*, has *C. glocosporioides* Penz., the only species of the genus *Colletotrichum*, ever been recorded.

Not a single one of the 75 species of *Colletotrichum* described by Saccardo (Saccardo, Sylloge Fungorum, III, 735, X, 468, XI, 569, XIV, 1015, XVI, 1006, XVIII, 462) is morphologically similar to the one discovered on *Taraxacum kok-saghyz* Rodin. Therefore our fungus should be considered a new species, *Colletotrichum taraxaci* sp. n. Latin diagnosis of *Colletotrichum taraxci* sp. n. Maculis brunneis, acervulis oblongis v. subrotundis 34—86μ longis, 20—43μ latis; setulis erectis, brunneis, septalis, 116—220μ longis, 2.8μ in medio latis, 1—6 in acervulo; conidiis oblongis, hyalinis, guttu-latis, 16—23μ longis, 2.8μ latis, basidiis brevis et longis 8—17=2—2.8μ. Ad caules *Taraxaci kok-saghyzi* Rod., USSR.

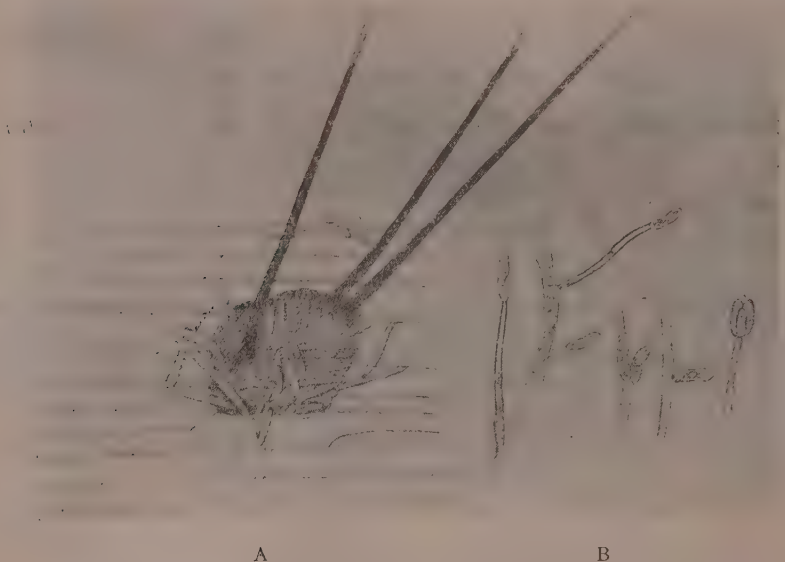
The young fruit-bearing organs of the fungus on experimentally inoculated kok-saghyz seedlings vary but little as regards size in comparison with what we have observed on two year old scapes.

15 days after inoculation and 3—5 days after the death of the plant, when the experiment is made under moist conditions, there appear on the dead kok-saghyz seedlings large quantities of cushions with bristles and conidia, which have forced their way through the epidermis. The cushions are here smaller, more compact, convex, 14—46μ in size. The bristles, usually one to a cushion, are shorter (34—122μ) light in colour or smoky grey with

3—4 partitions, which can be clearly seen in some of the bristles in a fresh preparation. The conidiophores are both short and long (8—17×2—2.8), the conidia retain the same external appearance, but show less variation in size (17—19×2.8μ).

Thus, the difference reduces to a paler colour of the bristle a smaller diameter of the cushions, and a smaller length and number of the bristles.

Isolated pure cultures of *C. taraxaci* sp. n. multiply quickly on Czapek's agar medium. In daylight the colony assumes a yellow-pinkish tint. Hymeneal aggregations with olive-coloured mycelium appear within the next 3—5 days, resulting in dark formations on the surface of the colony. Soon almost the



A B

A—*Colletotrichum taraxaci* sp. n. of the Kok-saghyz scapes, × ca 450.
B—Conidia *C. taraxaci* sp. n. in the culture on Czapek's agar, × 600.

entire surface of the colony turns dark olive or black, the yellowish-pink colour shifting toward the edges of the colony and downwards.

In cultures the mycelium contains a large amount of fatty inclusions. In preparations taken from Czapek's medium numerous free globules of fat may be observed outside the mycelium, sometimes in Brownian movement. These globules, both inside and outside the mycelium, stain with Sudan III and dissolve in benzine and acetone. Acetone is particularly effective in dissolving the fatty inclusions.

It is possible to observe in the microscope the rapid disappearance of the fat globules in young cells under the action of acetone and their emergence from the cell in the shape of bubbles appearing on the mycelium membrane and bursting. It is more difficult to extract the fat from old, brownish cells.

In cultures, the fungus produces abundant conidia, which show greater variation in size than on natural substratum.

In cultures conidia form at the side or end of the mycelium without conidiophores, and on short or long conidiophores (Fig. B). Large numbers

of conidia appear on the mycelium developing from hymeneal aggregations, although this is not necessarily the case. Conidia may often be observed on yong hyphae before the development of myceleal aggregations.

Long dark bristles may be often observed in cultures.

An attempt to inoculate a small quantity of germinating Kok-saghyz seeds gave positive result. This experiment was carried out according to our method of preliminary tests of pathogenicity in test-tubes on gauze wicks soaked in Hellrigel's nutrient medium and sterilized in an autoclave. Two healthy germinating seeds, after preliminary disinfection with corrosive sublimate were introduced, under aseptic conditions, into each test-tube. Then, a pure unisporal culture of the fungus was transferred on to the wick, also under aseptic conditions. After 14 days vegetation in test-tubes closed with cotton-wool, the experiment was discontinued.

The following results were ob tained.

Preliminary Experimental Inoculation of Kok-Saghyz Seeds with the Fungus *Colletotrichum taraxaci* sp. n.

	Number of seedlings used in the preliminary experiment	Number of healthy plants with green cotyledons, light coloured root and hypocotyl	Number of obviously diseased plants	Number of plant that perished	Total weight of healthy, diseased, and dead plants in mg
Control, not inoculated . .	30	23	5	2	124
Inoculated with 7-day-old fungus culture	30	0	18	12	26
Inoculated with 99-day-old fungus culture	30	0	6	24	19

Notwithstanding the small quantity of plants tested the result is sufficiently clear. Healthy plant occur only among the non-inoculated controls, while all the inoculated plants were either obviously diseased or else perished. Only two seedlings perished among the controls (both in one test-tube), which seems to be due to an internal «natural» infection by some other agent. The weight of the control plants was 6.5 times greater than that of the plants inoculated with an old fungus culture. Well developed fruit-bearing organs of *Colletotrichum taraxaci* sp. n. were observed on all the inoculated plants.

C. taraxaci was not observed on any of the control plants.

The above inoculation experiment was only a tentative one. Its purpose was to learn the virulence of old and young fungus cultures and to determine the possibility of inoculating germinating seeds. The pathogenecity of the newly discovered fungus will be studied in greater detail in future.

I avail myself of the occasion to express my thanks to L. N. Kursanov, professor of the Moscow University, for allowing me to use the only complete Saccardo in Moscow, Oudemans and other literature, and for his kind advice.

Physiological Laboratory
Institute of Vegetable Crops
Moscow.

Received
17. II. 1936.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1936. Volume II (XI), № 4 (90)

ZOOLOGIE

L'INFLUENCE DES CONSTRUCTIONS DE L'HOMME SUR LA DISTRIBUTION DES OISEAUX DANS LES STEPPES

Par A. SERGEJEV (SERGEJEFF)

(Présenté par S. Zernov, de l'Académie, le 26. I. 1936)

La question du rôle joué par les constructions de l'homme en qualité de facteur capable d'influencer l'assortiment des espèces d'oiseaux peuplant les steppes est à peine effeleurée dans la littérature ornithologique.

Des matériaux destiné à éclaircir cette question, ont été recueillis pendant l'été 1934 (juin—août) dans les steppes de la rive gauche de l'Oural, le long de l'itinéraire suivi par notre expédition à travers les steppes, contournant le lac Tchalcar et passant par Djambéita, Kara-Tube, Bazar-Tubé, Kzyl-Kouga, Dossor et aux environs de la ville de Gourieff.

Le pays en question forme une plaine, dont la partie nord est presque absolument plate, et la partie sud faiblement ondulée.

Les rives des fleuves de ce pays (sauf l'Oural) ainsi que les versants des vallées sont en pente douce et ne forment pas d'escarpements. Il n'y a que les sables qui présentent des formations en cônes tronqués d'origine éolienne.

La végétation arborescente fait défaut, à la seule exception de quelques saules entourant les puits dans la partie nord de la plaine; les buissons naturels sont très faiblement développés.

Il en resulte que les oiseaux nidifiant sur les arbres, dans les creux d'arbres, dans toute sorte de cavités ou d'anfractuosités naturelles, dans des terriers creusés, dans des versants escarpés, s'installant dans des surfaces verticales, sont ici, vu l'absence des éléments necessaires du relief,—privés de la possibilité de nidifier dans ces régions et ne la retrouvent qu'auprès des constructions dues à l'activité de l'homme.

Nos recherches pratiquées sur cette population d'oiseaux nous ont donné le tableau suivant:

1. Routes en déblaiouen tranchée, très rares dans ces régions, par leur relief tenant lieu, au sens écologique, des escarpements naturels; une seule en a été examinée, qui abritait une colonie de *Merops apiaster* composée de 15 à 20 couples.

2. Puits, s'échelonnantle long de notre marche. Ils formaient des groupes, distants parfois l'un de l'autre de 30 à 40 kilomètres. L'absence de charpentes dans les puits fait que le travail érosif de l'eau en dégrade les parois dans leurs parties profondes y formant des chambres ou cavernes. Le plafond de ces cavités s'émiette bien vite vu la faible profondeur des puits, qui n'existent que de 3 à 5 ans.

Dans 19 puits sur 31 d'examinés (c'est-à-dire 60%), nous avons trouvé des nids d'hirondelles de fenêtre *(Hirundo rustica)*.

Pour les puits fraichement creusés ces nids ne se trouvaient que dans les encoignures des puits quadrangulaires. Dans les puits ronds il n'y en avait pas. Là, où les parois étaient déjà entamées par la destruction, les nids se trouvaient collés au plafond de la chambre.

Dans un seul puit nous ne trouvions jamais plus de deux nids habités par les oiseaux. De plus, il y avait parfois jusqu'à trois nids déserts. Dans les puits garnis de charpente, qu'on rencontre très rarement—les nids d'hirondelles de fenêtre ont été trouvés 3 fois sur 6 d'examinés.

L'hirondelle de rivage (*Riparia riparia*) ne se trouve que dans les puits où la dégradation en est à ses commencements, où les chambres atteignant une hauteur de 0.5 m sans dépasser 0.75 m. (Les nids abandonnés n'entrent pas dans le compte.) Sur les 14 puits de la forme décrite quatre seulement éteient habités (28%). Le nombre de nids habités, trouvés dans un seul puit, varie de 5 à 15. (Jusqu'à 27 y compris les nids déserts).

3. Les tentes des nomades («Yourta») ne sont habitées que par l'hirondelle de cheminée *(Hirundo rustica)*, dont les nids ont été rencontrés dans trois sur les 25 habitations examinées. Ces nids se trouvaient près des ouvertures pratiquées dans les toits, pour le dégagement de la fumée, servant aux oiseaux pour leurs allées et venues.

4. Les cabanes hivernales, construites de terre et couvertes de roseau et de chaume servent d'abri à la nidification de *Passer montanus*, *Passer domesticus*, *Hirundo rustica*, *Motacilla alba*, *Sturnus vulgaris*, *Upupa epops* et *Athene noctua*. De plus, dans les tas de «kiziak» (fumier seché, servant de combustible) il existe des nids de *Pastor roseus* et de *Oenanthe oenanthe*. Au total, donc 9 espèces.

5. Lorsque les habitants nomades quittent leurs cabanes pour l'été, le nombre des oiseaux s'y livrant à la nidification augmente. En étudiant 120 cabanes hivernales, nous avons trouvé des nids *d'Oenanthe oenanthe* dans 73 cas (61%), *Oenanthe pleschanka*—3 (2.5%), *Oenanthe isabellina*—2 (1.6%), *Motacilla alba*—34 (28%), *Passer montanus*—32 (26.5%), *Passer domesticus*—42 (35%), *Petronia petronia*—7 (5.8%), *Pastor roseus*—14 (11.6%), *Sturnus vulgaris*—35 (29%), *Upupa epops*—97 (81%), *Falco tinnunculus*—21 (17.5%), *Falco naumanni*—41 (34%), *Falco vespertinus*—3 (2.5%) et *Athene noctua*—2 (1.6%).

En outre, il est possible de supposer, mais nous n'avons pas encore le droit de l'affirmer positivement, l'existence de nids de *Tadorna tadorna* et d'*Asio flammeus*, ainsi que de *Coracias garrulus* dans les cabanes quittées par leurs habitants.

6. Les constructions tombales ordinaires du pays, consistant en des enceintes quadrangulaires à murs d'argile (de l'épaisseur d'une brique et d'une hauteur de 1—1 $^1/_2$ m), sont habitées par *Oenanthe oenanthe*, *O. pleschanka*, *O. isabellina*, *Pastor roseus*, *Upupa epops*, *Falco tinnunculus*.

7. Les «mazars», grands monuments funéraires, atteignant 16 à 20 m de hauteur, à murailles épaisses sont également habités par les oiseaux. En premier lieu ce sont les aigles (un nid au sommet d'un mazar commençant à se détruire), ensuite *Buteo rufinus* et *Corvus cornix* (à 2 nids), *Oenanthe oenanthe* et *Upupa epops* (à 6), *Oenanthe pleschanka* (9), *Falco cherrug* et *Hurundo rustica*. Les nids des grands oiseaux occupent les toits en destruction des mazars.

Ci-contre deux tables de la distribution des nids d'oiseaux sur les différentes constructions de l'homme.

Table 1

№	Espèce d'oiseau	Genre de construction							De ce nombre, pouvant nidifier sans égard aux constructions
		Tranchées ou creux de chemins	Puits	«Yourtas»	Cabanes d'hivernage habitées	Cabanes d'hivernage inhabitées	Monument funéraires	Mazars	
1	*Oenanthe oenanthe* . .	—	—	—	—	—	—	—	—
2	» *isabellina* .	—	—	—	—	—	—	—	—
3	» *pleschanka* .	—	—	—	?	—	—	—	—
4	*Motacilla alba*	—	—	—	—	—	—	—	—
5	*Hirundo rustica* . . .	—	—	—	+	+	+	?	?
6	*Riparia riparia* . . .	?	—	+	+	+	+	+	+
7	*Petronia petronia* . .	—	—	—	?	+	—	—	—
8	*Passer domesticus* . .	—	—	—	+	+	—	—	—
9	» *montanus* . . .	—	—	—	+	+	—	—	—
10	*Sturnus vulgaris* . . .	—	—	—	+	+	—	?	—
11	*Pastor roseus*	—	—	—	+	+	—	?	—
12	*Corvus cornix*	—	—	—	+	?	—	?	—
13	*Upupa epops*	—	—	—	+	+	+	+	—
14	*Athene noctua*	—	—	—	+	+	?	?	—
15	*Buteo rufinus*	—	—	—	—	+	—	+	—
16	*Aquila* sp.	—	—	—	—	+	—	+	—
17	*Falco cherrug*	—	—	—	—	+	—	+	—
18	» *tinnunculus* . .	—	—	—	+	+	+	?	—
19	» *naumanni* . . .	—	—	—	+	+	+	?	—
20	» *vespertinus* . .	—	—	—	+	?	—	?	—
21	*Merops apiaster* . . .	+	—	—	—	—	—	—	—
	21 espèces	1 (+1)	2	1	9 (+3)	15(+1)	7(+3)	7(+8)	4 (+1)

Table 2

Espèce d'oiseau *	Tranchées ou creux de chemin	Puits	«Yourtas»	Cabanes d'hivernage habitées	Cabanes d'hivernage inhabitées	Monuments funéraires	Mazars	De ce nombre, pouvant nidifier sans égard aux constructions
Coracias garrulus	—	—	—	—	?	—	?	—
Asio flammeus	—	—	—	—	?	?	?	+
Bubo bubo	—	—	—	—	?	?	?	+
Milvus korschun lineatus . .	—	—	—	—	—	—	?	—
Tadorna tadorna	—	—	—	—	?	?	?	+
5 espèces	—	—	—	—	3(+1)	2(+1)	5	3

* Espèces dont la nidification est probable, n'étant pas définitivement prouvée.

Nous trouvons ainsi 21 espèces d'oiseaux, nidifiant dans les constructions de l'homme (plus 5 incertaines), ce qui fait 13.1% du nombre total des espèces habitant le pays en question qui est de 160 (Bostandžoglo).

Si toutefois, nous déduisons de ce nombre celui des oiseaux peuplant les marais et autres bassins d'eau, bien rares dans ce pays et très vite desséchés en été, formant 47% de toute la faune ornithologique envisagée, nous trouvons que sur les 73 espèces restantes, le groupe qui nous intéresse constitue 30%.

Il importe de mentionner que dans les régions en question il n'y a que 4 espèces sur 21, qui puissent vivre hors des constructions édifiées par l'homme, pour les autres 17 espèces ces constructions sont indispensables à la nidification. Nous pouvons donc supposer que le peuplement des steppes par les espèces décrites s'effectuait au fur et à mesure de l'apparition des édifices construite par l'homme. Il est à remarquer, que l'apparition de diverses espèces en particulier était déterminée par le mise en pratique des construction correspondantes. Ainsi, par exemple, avec l'installation des «yourtas» apparaît l'*Hirundo rustica*, celle des puits vient y ajouter la *Riparia riparia* etc.

Cela nous permet de nous figurer un certain ordre de succession dans le peuplement des steppes par les espèces d'oiseaux qui nous occupent.

Ainsi, les constructions de l'homme jouent dans la formation de l'avifaune des steppes un rôle si décisif, qu'il est indispensable de tenir compte de ce facteur dans les recherches zoogéographiques et faunistiques.

La cathèdre de Zoologie des Vertébrés
de la Faculté Biologique
de l'Université de Moscou.

Manuscrit reçu
le 26. I. 1936.

LITTÉRATURE CITÉE

[1] Бостанджоглo, Орнитологическая фауна арало-каспийских степей, Москва (1911). [2] Сушкин, Птицы средней киргизской степи, Москва (1908).